

З. Р. Русинова, Е. С. Осотова, Ю. С. Юдина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МАССОПЕРЕНОСА В ЭКСТРАКТОРАХ ГРАВИТАЦИОННОГО ТИПА

In this study mass transfer across the interfacial boundary in conditions of constrained drops motion was investigated. The influence of spontaneous interfatioal convection on mass transfer intensity in such conditions was shown. It was found that the values of mass transfer coefficients increase 5–10 times at the height of colomn in case of Marangoni convection.

В настоящее время перед промышленностью стоит важная задача разработки способов интенсификации тепло- и массообменных процессов. Одним из таких способов является проведение процессов переноса массы и тепла в конвекционных режимах, обусловленных гидродинамической неустойчивостью границы раздела фаз. Неустойчивость Марангони возникает при наличии градиентов межфазного натяжения, которые, в свою очередь, обусловлены градиентами концентраций поверхностно-активных веществ, температур, плотностей приповерхностных электрических зарядов, напряженностей электромагнитных полей и т. д. Градиенты межфазного натяжения приводят к появлению касательных напряжений на межфазной границе, вызывающих движение жидкости в приповерхностных слоях [1]. В зависимости от причины, вызывающей появление градиентов межфазного натяжения, выделяют концентрационно-капиллярную, термокапиллярную и электрокапиллярную конвекцию.

Неустойчивость Марангони вызывает самоусиление и самоорганизацию движений жидкости на поверхности раздела фаз, которые в результате образуют спектр многообразных диссипативных структур [2]. В таких условиях происходит быстрое обновление приповерхностных слоев, что приводит к нелинейному ускорению массо- и теплопереноса.

Влияние конвекции Марангони на эффективность массопереноса через межфазную границу в условиях стесненного движения, как это происходит в гравитационных экстракторах при диспергировании одной из фаз, отличается

от массопереноса в условиях движения одиночной капли. Это связано с тем, что в колонных экстракторах происходят процессы слияния и дробления капель, изменения их размеров по высоте и продольному сечению экстрактора.

Целью данного исследования является изучение массопереноса через межфазную границу в условиях стесненного движения капель, а также получение характеристик массопереноса, описывающих масштаб воздействия самопроизвольной межфазной конвекции на интенсивность массопереноса в этих условиях.

Распылительный экстрактор представляет собой термостатированную стеклянную колонну диаметром 0,05 м и высотой 0,5 м. Подача дисперсной фазы осуществляется с помощью распределительного устройства, которое представляет собой перфорированную тарелку с отверстиями диаметром 0,001 м. Подача сплошной фазы осуществляется самотеком. Для получения данных по кинетике массопереноса в колонне предусмотрены пробоотборники. Расходы дисперсной и сплошной фаз регулируются ротаметрами.

При изучении массопереноса в колонных экстракторах для обнаружения конвекции Марангони применима лишь часть из тех методов, которые используются для одиночной капли. Например, метод сильных ПАВ может значительно изменять величину межфазной поверхности, и поэтому искажать результаты эксперимента.

Для целей данного исследования хорошо подходит метод тест-массопереноса [3]. Этот метод основан на изучении кинетических закономерностей совместного массопереноса целевого компонента и трассера. В качестве трассера (микрокомпонента) в данной работе использовался йод. Концентрация йода определялась спектрофотометрическим методом с использованием двухлучевого спектрофотометра *Shimadzu*. Для идентификации конвекции Марангони сначала снималась кинетика одного микрокомпонента, затем в аналогичных условиях при совместном переносе с макрокомпонентом. Для изучения совместного массопереноса трассер определенной концентрации вместе с целевым макрокомпонентом подавался в колонну. Пробы отбирались

из сплошной и дисперсной фаз по высоте колонны и анализировались на содержание обоих компонентов.

На рисунке показаны кинетические зависимости массопереноса трассера (йода) при индивидуальном переносе и совместном переносе с целевым макрокомпонентом (уксусная кислота). Массоперенос осуществлялся из дисперсной фазы (четырёххлористый углерод) в сплошную (8 %-й водный раствор KI) в распылительной колонне.

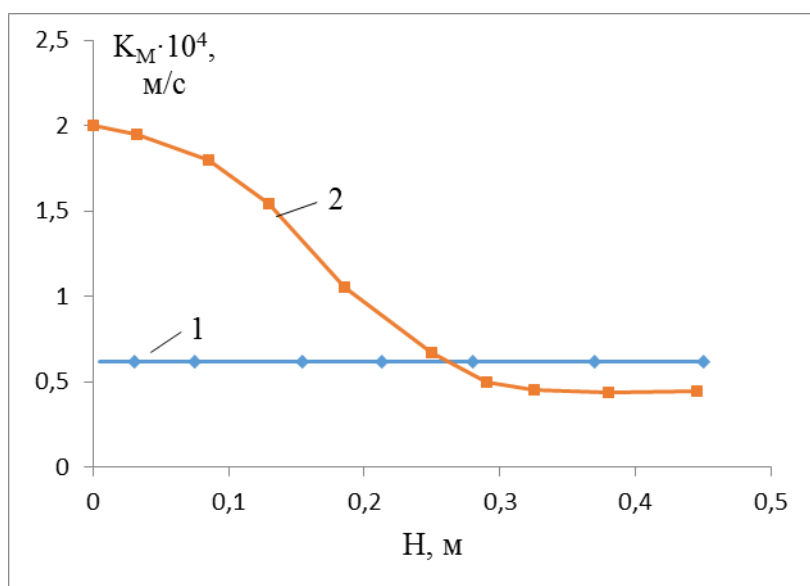


Рис. Изменения коэффициента массопереноса йода ($C_0 = 0,02$ кмоль/м³) при экстракции из четыреххлористого углерода 8 %-ным водным раствором KI: 1 – индивидуальный массоперенос; 2 – совместно с уксусной кислотой ($C_0 = 0,77$ кмоль/м³)

Как видно из рисунка, при совместном массопереносе интенсивность массопереноса микрокомпонента возрастает. Кинетические зависимости имеют вид, характерный для массопереноса в конвекционном режиме. Кроме того, установлено, что при наличии самопроизвольной межфазной конвекции значения коэффициентов массопереноса по высоте распылительной колонны увеличиваются в 5–10 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sawistowski, H. Interfacial convection. Ber. Bunsenges // Phys. Chem. – 1981, V. 85, № 10. – P. 905–909.

2. Linde, H., Schwarz, P., Wilke, H. Dissipative structures and nonlinear kinetics of Marangoni-instability // Lecture Notes in Physics. – 1979, № 105. – P. 75–120.

3. Броунштейн, Б. И. Физико-химические основы жидкостной экстракции / Б. И. Броунштейн, А. С. Железняк. – М. : Химия, 1966. – 317 с.